



TITLE:

鑄鉄における黒鉛の球状化機構に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

張, 博

CITATION:

張, 博. 鑄鉄における黒鉛の球状化機構に関する研究. 京都大学, 1977, 工学博士

ISSUE DATE:

1977-09-24

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/221548>

RIGHT:

| | |
|---------|---|
| 氏 名 | 張 <small>チヤン</small> 博 <small>ハツク</small> |
| 学位の種類 | 工 学 博 士 |
| 学位記番号 | 工 博 第 521 号 |
| 学位授与の日付 | 昭 和 52 年 9 月 24 日 |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当 |
| 研究科・専攻 | 工 学 研 究 科 金 属 加 工 学 専 攻 |
| 学位論文題目 | 鑄鉄における黒鉛の球状化機構に関する研究 |

論文調査委員 (主査) 教授 尾崎良平 教授 盛 利 貞 教授 村上陽太郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、その生成条件はよく知られ実用化している球状黒鉛鑄鉄の黒鉛現状化機構について、従来の諸説の問題点を整理して新たに仮説を提案し、その実証を行うとともにこの理論に基づいて黒鉛球状化に関する諸現象を解明した結果をまとめたもので、7章よりなっている。

第1章は序言で、本研究の由来と設定した目的を述べている。

第2章では、黒鉛球状化機構に関する従来の研究の検討を行ない、球状黒鉛の構造及びその生成過程のもつ諸特徴を片状黒鉛と対比して、構造では共通点は結晶質で顕著な異方性のあること、相違点は片状黒鉛が平板状単結晶であるのに対し、球状黒鉛は球状でC軸の放射状配列した多結晶体であること、又黒鉛形成反応では片状黒鉛が平衡反応、定常反応であるのに対し、球状黒鉛では非平衡反応、非定常反応であることを示し、従来の諸説はいずれもこれらの諸特徴に対する総合的な説明や実験的裏付けが不十分であると指摘している。

第3章では、黒鉛球状化機構に関する問題点を整理した結果新しい機構として「球状化处理によって溶融鑄鉄中に微細な気泡が形成され、凝固過程でその気泡中に黒鉛が晶出することによって球状黒鉛が形成される」とする仮説を提案し、その実証として、1, S, Se, Te, Bi 及び Pb をそれらの沸点以上の溶融鑄鉄中に添加し、溶湯の沸騰現象と球状黒鉛、中空の球状黒鉛、球状空洞の形成を確認し、又球状黒鉛部の EPMA 分析で特に Bi, Pb は黒鉛の (0001) 面に沿い同心円状に分布することを示し、2, 鑄鉄溶解温度より沸点が高いが H を吸蔵しやすく、吸蔵量は温度上昇によって急減する元素 Ce, Y, La, Ti, Zr を添加し、約10 μ の H 気泡あるいは球状黒鉛形成を確認し、脱 H して添加した場合は形成しないことを明らかにし、3, N, Ar, 及び CO₂ガスを細孔ポーラスプラグを通して溶融鑄鉄中に吹込み、約10 μ 径の球状黒鉛の形成を C の特性X線像で明らかにし、4, N 溶解度の圧力依存性を利用して1400°C, 30~50気圧下で N を溶解させ1気圧に減圧しつつ凝固させて約10 μ 径の球状黒鉛の生成を明らかにしている。ついでこれらの結果を考察し、気泡内への黒鉛晶出は C の化学ポテンシャル

ルの差によるとして理解されること、約 10μ 径となることはストークスの式による浮上速度より説明されること、核説の根拠とされる球状黒鉛内の介在物は気泡に収容され得ることを示し、その他球状黒鉛の形状、構造及び球状化元素の作用特性などの諸特徴を気泡説で説明できることを示している。

第4章では、まず代表的な球状化元素の Ce 及び Mg の球状黒鉛生成機構を気泡説で検討し、Ce 添加での黒鉛球状化の経時減衰効果 (fading) が Mg 添加でのそれより小であることを Ce と H 間結合の切断過程の温度依存性により説明し、ついで Mg 添加での球状黒鉛生成の圧力依存性すなわち高圧下で Mg 気泡形成のない条件下では球状黒鉛は形成せず、減圧下では Mg 気泡中に黒鉛が晶出し球状黒鉛が形成すること、球状黒鉛中に Mg が残るとすれば 0.01 wt. % 以下であることを示し、残留 Mg 量の fading を主に Mg 気泡の溶湯中での浮上散逸により説明し、さらに諸元素の黒鉛球状化に対する影響を周期律表で整理し、従来より球状化元素といわれる元素の特徴はすべて気泡説で統一的に説明できると及び球状化剤添加による球状化を阻害する元素の作用は有効気泡量の減少あるいは鉄に対する強い偏析傾向と鉄の融点降下作用により説明できることを示している。

第5章では、Mg 添加後の fading 現象について、溶解時の雰囲気の影響がないこと、高温保持での Mg 減量のうち溶湯中の O, S 及び N との結合量は約 30% であること、溶湯被覆剤の粘性の大なるものが fading 速度は小さいことなどから検討して、気泡説が合理的であることを示している。

第6章では、鋳鉄中の球状黒鉛の成長過程は気泡が完全に黒鉛の成長で充填された後にその周りに γ Fe 殻の形成を伴っての遠心的成長であることを、凝固中断焼入れによる観察及び恒温凝固法による凝固過程での球状黒鉛数変化と保持時間による最大半径変化の測定により明らかにし、又 γ Fe 殻中の粒界が球状黒鉛の遠心的成長過程で球形状を悪くすることを明らかにしている。

第7章は本論文の総括である。

論文審査の結果の要旨

球状黒鉛鋳鉄はその開発以来優れた材質的諸特性のため多くの研究が行なわれ、球状黒鉛の生成条件は比較的知られ実用化されているが、黒鉛球状化機構は未だ明らかでない。本論文は、鋳鉄の黒鉛球状化機構に関する従来の諸説を整理検討し、新しい機構による気泡説を提案し、その実証を行なうとともにその妥当性を明らかにしたもので、得られた主な成果は次のように要約される。

1. 従来の諸説のもつ問題点を検討し、球状黒鉛及びその生成過程のもつ特徴を総合的に説明できる機構として「球状化処理によって熔融鋳鉄中に微細な気泡が形成され、凝固過程でその気泡中に黒鉛が晶出することによって球状黒鉛が形成される」とする気泡説が最も妥当であるとし、溶解温度で気化する元素 S, Se, Te, Bi 及び Pb の添加、予め吸蔵した H ガスを放出する元素 Ce, Y, La, Ti 及び Zr の添加、N, Ar 及び CO_2 ガスの直接吹込みならびに高圧で溶解した N の減圧による気泡発生などで気泡が懸濁した状態で凝固した鋳鉄で約 10μ 径の球状黒鉛及び中空の現状黒鉛の生成を実証した。又球状黒鉛内での Bi 及び Pb の分布は黒鉛の (0001) 面に沿う同心円状であることを示し、気泡内への黒鉛の c 軸が放射状配列した多結晶としての気泡中心方向への成長は C の化学ポテンシャルの差より理解され、約 10μ 径となることはストークスの式による浮上速度より説明されることを示した。

2. 代表的球状化元素の Ce はH吸蔵の有無により, Mg は外圧によるそのガス化の有無により鑄鉄中球状黒鉛生成の有無がきまることを明らかにした。

3. Mg 処理での黒鉛球状化の経時減衰現象は主として Mg 気泡の浮上散逸によることを明らかにし, Ce 処理でのそれが Mg 処理でのそれより小であるのは主として Ce からの H 放出に時間を要することにより説明されることを示した。

4. Mg 添加後の冷却凝固初期に気泡が黒鉛の成長で充填された後の外方への成長段階では, 周りに形成する γ Fe 殻は多結晶で粒界は液態であり, 球状黒鉛の球形状の劣化の原因となることを凝固中断焼入れ及び恒温凝固法により明らかにした。

5. 球状化元素あるいは条件により球状化元素といわれるすべての元素の作用は溶融鑄鉄中に球状黒鉛形成に必要な気泡を提供することであり, 又球状化阻害元素の作用は球状化元素と反応して有効な気泡を減ずるか, 偏析あるいは鉄の融点降下を生じ, 気泡を充填後の球状黒鉛の外方への成長過程で形状を悪くすることにあるとして説明できることを示した。

以上要するに, 本論文は鑄鉄の黒鉛球状化機構について, 気泡への黒鉛の晶出によるとする新しい気泡説を示し, その実証を行なってその妥当性を明らかにするとともに球状化元素と球状化阻害元素の作用を統一的に説明する有力な根拠を与えたもので学術上, 實際上寄与するところが少なくない。

よって, 本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。